



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000013161 A**(43) Date of publication of application: **14.01.00**

(51) Int. Cl.

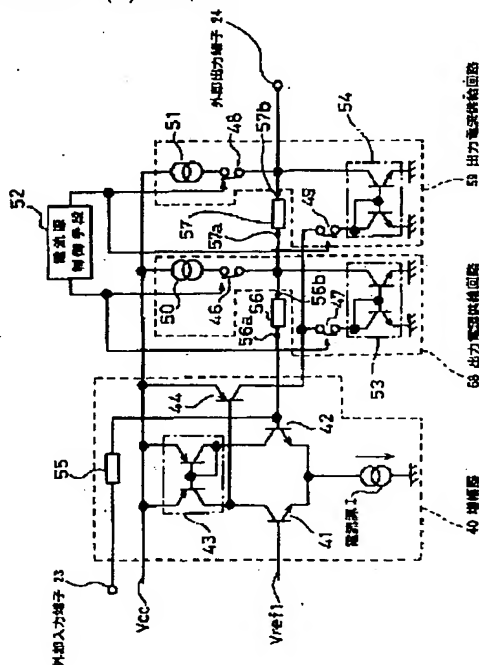
**H03G 3/12**(21) Application number: **10171956**(22) Date of filing: **19.06.98**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **MATSUMOTO TOSHIO  
ISHIDA SUMI  
UENO HIDEMI****(54) VARIABLE GAIN AMPLIFIER**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a variable gain amplifier by which an output offset in proportion to a gain is obtainable and offset is easily adjustable even when there are many gain stages that can be selected.

**SOLUTION:** This variable gain amplifier is provided with a differential amplifier 40 between an inverting input terminal and an external input terminal 23 of which an input resistor 55 is interposed, two resistors 56, 57 connecting in series with the inverting input terminal and an external output terminal 24 of the differential amplifier 40, output current supply circuits 58, 59 provided respectively to 2nd terminals 56b, 57b of the resistors 56, 57, supplying a current to a feedback resistor in response to an output of the differential amplifier 40 and producing an output voltage across the feedback resistor to the external output terminal 24 and a current source control means 52 that activates either of the output current supply circuits 58, 59 to select an effective feedback resistor thereby changing the amplification factor.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-13161

(P2000-13161A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 3 G 3/12

識別記号

F I

H 0 3 G 3/12

テーマコード(参考)

B 5 J 0 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-171956

(22) 出願日

平成10年6月19日 (1998.6.19)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 松本 年男

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 石田 州見

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 100068087

弁理士 森本 義弘

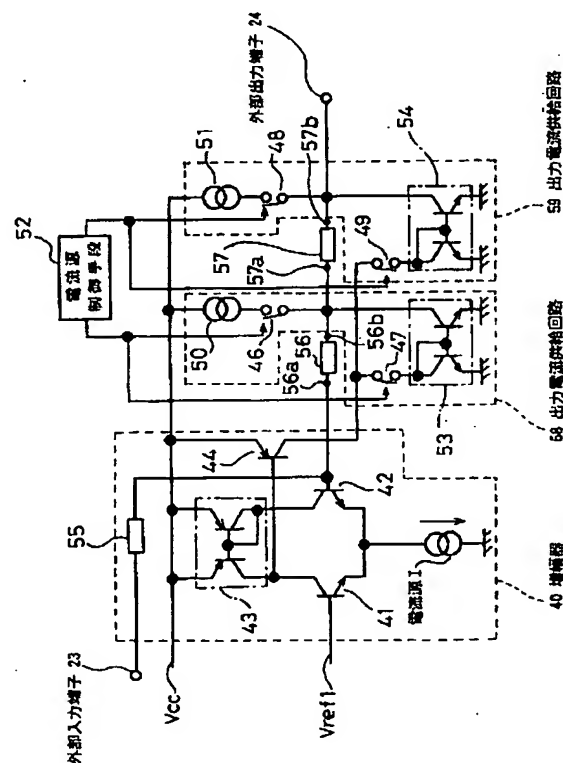
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変利得増幅器

(57) 【要約】

【課題】 選択できる利得の段階が多い場合でも利得に比例した出力オフセットが得られオフセット調整を容易に行うことができる可変利得増幅器を提供することを目的とする。

【解決手段】 反転入力端子と外部入力端子23との間に入力抵抗55が介装された差動増幅器40と、差動増幅器40の反転入力端子と外部出力端子24との間に直列に接続された2個の抵抗器56、57と、この抵抗器56、57の第二の端子56b、57bにそれぞれ設けられ差動増幅器40の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに外部出力端子24に帰還抵抗に応じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路58、59と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する電流源制御手段52とを設けたものである。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】反転入力端子と非反転入力端子とを有し、一方の入力端子と外部入力端子との間に入力抵抗が介装された差動増幅器と、前記差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された2個の帰還抵抗器と、前記帰還抵抗器の出力側にそれぞれ設けられ前記差動増幅器の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに前記外部出力端子に帰還抵抗に依じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する電流源制御手段とを設けた可変利得増幅器。

【請求項2】差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された帰還抵抗器が3個以上で、そのときの出力電流供給回路も同数個で、有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更するためにいずれかの出力電流供給回路を動作させる請求項1記載の可変利得増幅器。

【請求項3】出力電流供給回路を、帰還抵抗器の一端と電源電圧側との間に電流源とこの電流源をオンオフする第1の電流源制御スイッチとを介装し、前記差動増幅器の出力側と第1の電流源制御スイッチとの間にカレントミラー回路とこのカレントミラー回路をオンオフする第2の電流源制御スイッチとを介装し、前記第1、第2の電流源制御スイッチを連動して制御されるよう構成した請求項1または請求項2に記載の可変利得増幅器。

【請求項4】動作させる出力電流供給回路から外部出力端子までの間の帰還抵抗器を入力抵抗の一部とするようこの外部出力端子に別の差動増幅器を接続した請求項1記載の可変利得増幅器。

【請求項5】出力電流供給回路の電流源の電流値を、この出力電流供給回路が動作したときの差動増幅器の帰還抵抗の大きさに応じて設定した請求項1または請求項4に記載の可変利得増幅器。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、利得を段階的に変える可変利得増幅器に関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】従来、増幅器の利得を可変する技術としては、入力抵抗または帰還抵抗をスイッチで選択する可変利得増幅器（特開平7-321577号公報）や、並列に接続された増幅器の中から所望の利得を得ることができる増幅器を選択する可変利得増幅器が考えられてきた。

【0003】しかし、前者の可変利得増幅器では、利得を可変するにはBiCMOSプロセスを用いなければならず、高価になるという問題点があるため、後者の可変利得増幅器が多く用いられている。この可変利得増幅

器は、バイポーラトランジスタのみで構成されている。

【0004】ここで、従来の可変利得増幅器として、例えば、利得の設定が2段階である可変利得増幅器について説明する。この可変利得増幅器は、図5に示すように、第1の増幅器18または第2の増幅器19のどちらか一方を電流源制御手段17を用いて有効にすることで利得を2段階に切り換えている。

【0005】図5に示すように、外部入力端子23とトランジスタ2のベースの間に抵抗値R1の抵抗器20、トランジスタ2のベースとトランジスタ4のベースの間に抵抗値R2の抵抗器21、トランジスタ4のベースと外部出力端子24の間に抵抗値R3の抵抗器22が接続されており、トランジスタ1、3のベースは基準電位Vref1に接続されている。

【0006】トランジスタ1、2のエミッタは電流源制御スイッチ9に、トランジスタ3、4のエミッタは電流源制御スイッチ11にそれぞれ共通接続され、電流源制御スイッチ9、11は電流源制御手段17の出力に応じてオンオフする。なお、電流源制御スイッチ9、11は、常にどちらか一方だけがオン状態になる。

【0007】トランジスタ1、2および3、4のコレクタはそれぞれカレントミラー回路5、6に接続され、またトランジスタ1、3のコレクタはそれぞれトランジスタ7、8のベースにも接続されている。トランジスタ7、8のエミッタは電源電圧Vccに、コレクタは本可変利得増幅器の外部出力端子24に接続されている。さらにトランジスタ7、8のコレクタは電流源制御スイッチ10、12に接続されている。

【0008】電流源制御スイッチ9、10および11、12はそれぞれ連動して動作し、例えば電流源制御スイッチ9がオンする時には、電流源制御スイッチ10もオンするため、例えば電流源制御スイッチ9がオンした時には、電流源13および14の働きによって増幅器18が有効となって、入力抵抗がR1、帰還抵抗が(R2+R3)、増幅率が $-(R2+R3)/R1$ の増幅器となる。また、電流源制御スイッチ11がオンする時には、電流源15および16の働きによって増幅器19が有効となって、入力抵抗が(R1+R2)、帰還抵抗がR3、増幅率が $-R3/(R1+R2)$ の増幅器となる。

【0009】よって、抵抗器R1～R3を適当な抵抗値にすることで所望の2段階の利得を設定することができ、電流源制御手段17で電流源制御スイッチ9～12を切替えて第1、第2の増幅器18、19のどちらか一方のみを有効とするように選択することによって、2段階の利得の中から所望の利得を選択し、増幅器の利得を変えることができる。

**【0010】**

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の可変利得増幅器では、第1の増幅器18を選択した場合の出力オフセットV1と、第2の増幅器19を選択した場

合の出力オフセット $V_2$ には全く相関がない。それはオフセットのほとんどが差動対の $V_{be}$ の相対差に起因しており、さらに $V_{be}$ の相対差は差動対固有の値であるためである。それゆえ、第1の増幅器18のトランジスタ1, 2からなる差動対から発生するオフセットと、第2の増幅器19のトランジスタ3, 4からなる差動対から発生するオフセットは当然異なる。

【0011】そのため、図5に示すように、異なる差動対を用いて利得の切り換えを行う場合では、各差動対を選択した時に固有のオフセットが増幅器の出力に生じることになり、出力オフセットを取り除くようにオフセット調整を行うことを考えた場合には、利得を変える、つまり用いる増幅器を変えるごとにオフセット調整を行う必要がある。

【0012】このことは、選択できる利得の数が多くなればなるほど、つまり、用いられる増幅器の数が多くなればなるほど、オフセット調整に要する時間およびオフセット調整を行った結果を格納するメモリが余分に必要となってしまう。

【0013】本発明は、かかる問題点に鑑み、選択できる利得の段階が多い場合でも利得に比例した出力オフセットが得られオフセット調整を容易に行うことができる可変利得増幅器を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の可変利得増幅器は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、一方の入力端子と外部入力端子との間に入力抵抗が介装された差動増幅器と、前記差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された2個の帰還抵抗器と、前記帰還抵抗器の出力側にそれぞれ設けられ前記差動増幅器の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに前記外部出力端子に帰還抵抗に応じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する電流源制御手段とを設けたものである。

【0015】本発明によると、選択できる利得の段階が多い場合でも利得に比例した出力オフセットが得られオフセット調整を容易に行うことができる可変利得増幅器を提供することができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、一方の入力端子と外部入力端子との間に入力抵抗が介装された差動増幅器と、前記差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された2個の帰還抵抗器と、前記帰還抵抗器の出力側にそれぞれ設けられ前記差動増幅器の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに前記外部出力端子に帰還抵抗に応じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する

電流源制御手段とを設けた可変利得増幅器としたものであり、増幅器の利得を $n$ 段階に変えることができ、選択できる利得の段階が多い場合でも利得に比例した出力オフセットが得られオフセット調整を容易に行うことができる。

【0017】本発明の請求項2に記載の発明は、差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された帰還抵抗器が3個以上で、そのときの出力電流供給回路も同数個で、有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更するためにいずれかの出力電流供給回路を動作させる請求項1記載の可変利得増幅器としたものであり、選択できる利得の段階が多い場合でも、オフセット調整に要する時間とメモリを大幅に削減することができる。

【0018】本発明の請求項3に記載の発明は、出力電流供給回路を、帰還抵抗器の一端と電源電圧側との間に電流源とこの電流源をオンオフする第1の電流源制御スイッチとを介装し、前記差動増幅器の出力側と第1の電流源制御スイッチとの間にカレントミラー回路とこのカレントミラー回路をオンオフする第2の電流源制御スイッチとを介装し、前記第1, 第2の電流源制御スイッチを連動して制御されるよう構成した請求項1または請求項2に記載の可変利得増幅器としたものである。

【0019】本発明の請求項4に記載の発明は、動作させる出力電流供給回路から外部出力端子までの間の帰還抵抗器を入力抵抗の一部とするようこの外部出力端子に別の差動増幅器を接続した請求項1記載の可変利得増幅器としたものであり、帰還抵抗として用いない抵抗器を、次段の演算増幅器の入力抵抗の一部として用いることができ、抵抗器を有効活用することができる。

【0020】本発明の請求項5に記載の発明は、出力電流供給回路の電流源の電流値を、この出力電流供給回路が動作したときの差動増幅器の帰還抵抗の大きさに応じて設定した請求項1または請求項4に記載の可変利得増幅器としたものであり、電流源からは増幅器の出力電流として供給すべき電流だけを流すように電流値を設定することによって、省電力を図ることができる。

【0021】以下、本発明の可変利得増幅器を具体的な実施の形態に基づいて説明する。

（実施の形態1）本発明の実施の形態1の可変利得増幅器は、図1に示すように、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、一方の入力端子としての反転入力端子と外部入力端子23との間に入力抵抗55が介装された差動増幅器40と、差動増幅器40の反転入力端子と外部出力端子24との間に直列に接続された2個の帰還抵抗器としての抵抗器56, 57と、抵抗器56, 57の出力側としての第二の端子56b, 57bにそれぞれ設けられ差動増幅器40の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに外部出力端子24に帰還抵抗に応じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路58, 59と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り

換えて増幅度を変更する電流源制御手段52とを設けたものである。

【0022】この出力電流供給回路58は、抵抗器56の第二の端子56bと電源電圧Vccの側との間に電流源50とこの電流源50をオンオフする第1の電流源制御スイッチ46とを介装し、差動増幅器40の出力側と第1の電流源制御スイッチ46との間にカレントミラー回路53とこのカレントミラー回路53をオンオフする第2の電流源制御スイッチ47とを介装し、第1の電流源制御スイッチ46と第2の電流源制御スイッチ47とを連動して制御されるよう構成されている。

【0023】また、出力電流供給回路59も同様に、抵抗器57の第二の端子57bと電源電圧Vccの側との間に電流源51とこの電流源51をオンオフする第1の電流源制御スイッチ48とを介装し、差動増幅器40の出力側と第1の電流源制御スイッチ48との間にカレントミラー回路54とこのカレントミラー回路54をオンオフする第2の電流源制御スイッチ49とを介装し、第1、第2の電流源制御スイッチ48、49を連動して制御されるよう構成されている。

【0024】この可変利得増幅器の回路構成について、具体的に説明する。図1に示すように、外部入力端子23とトランジスタ42のベースの間に抵抗値R4の抵抗器55が接続され、トランジスタ42のベースと外部出力端子24の間に抵抗値R5の抵抗器56と抵抗値R6の抵抗器57が直列に接続されている。つまり、抵抗器56の第一の端子56aはトランジスタ42のベースと、抵抗器57の第一の端子57aは抵抗器56の第二の端子56bと、抵抗器57の第二の端子57bは外部出力端子24とそれぞれ接続されている。トランジスタ41のベースは基準電位Vref1に接続され、トランジスタ41、42のエミッタは電流源Iに共通接続されている。

【0025】トランジスタ41、42のコレクタはカレントミラー回路42に接続され、またトランジスタ41のコレクタはトランジスタ44のベースにも接続されている。トランジスタ44のエミッタは電源電圧Vccに接続され、コレクタは第2の電流源制御スイッチ47、49に接続されている。第2の電流源制御スイッチ47、49は電流源制御手段52の出力に応じてオンオフする。なお、第2の電流源制御スイッチ47、49は常にどちらか一方だけがオン状態になる。

【0026】さらに、抵抗器56の第二の端子56bは第1の電流源制御スイッチ46とカレントミラー回路53に接続され、抵抗器57の第二の端子57bは第1の電流源制御スイッチ48とカレントミラー回路54に接続されている。第1の電流源制御スイッチ46および第2の電流源制御スイッチ47または第1の電流源制御スイッチ48および第2の電流源制御スイッチ49はそれぞれ連動して動作し、例えば第1の電流源制御スイッチ

46がオンする時には、第2の電流源制御スイッチ47もオンする。

【0027】第1の電流源制御スイッチ46と第2の電流源制御スイッチ47がオンした時には、差動増幅器40の出力電流がカレントミラー回路53に供給されるので、第1の電流源制御スイッチ46に接続された電流源50およびカレントミラー回路53からなる出力電流供給回路58によって抵抗器56に電流が供給され、入力抵抗がR4、帰還抵抗がR5、外部入力端子23から抵抗器56の第二の端子56bまでの増幅率が $-(R5/R4)$ となり、外部出力端子24がハイインピーダンスであるときは増幅率が $-(R5/R4)$ の増幅器となる。

【0028】また、第1の電流源制御スイッチ48と第2の電流源制御スイッチ49がオンする時には、差動増幅器40の出力電流がカレントミラー回路54に供給されるので、第1の電流源制御スイッチ48に接続された電流源51およびカレントミラー回路54からなる出力電流供給回路59によって2個の抵抗器56、57に電流が供給され、入力抵抗がR4、帰還抵抗が $(R5+R6)$ 、増幅率が $-(R5+R6)/R4$ の増幅器となる。

【0029】このように構成したため、抵抗器55の抵抗値R4と抵抗器56の抵抗値R5と抵抗器57の抵抗値R6を適当な値にすることで、所望の2段階の利得値を設定することができ、第1、第2の電流源制御スイッチ46、47または第1、第2の電流源制御スイッチ48、49の何れか一方をオンして帰還抵抗を選択することによって、2段階の利得の中から所望の利得を選択し、利得を2段階に変えることができる。

【0030】また、トランジスタ41、42よりなる単一の差動対を用いて利得を可変にするため、外部出力端子24にはトランジスタ41、42の差動対のVbeの相対差から生じるオフセットが利得倍されて出力される。つまり、本可変利得増幅器は利得に比例したオフセットを出力することになる。従って、選択できる利得を2段階に設定した場合でも利得に比例した出力オフセットが得られオフセット調整を容易に行うことができる。

【0031】この実施の形態1では、帰還抵抗器と出力電流供給回路とを2個用いて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更しているが、帰還抵抗器を3個以上としそのときの出力電流供給回路も同数個として、有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する場合では、3段階以上の利得値を設定することができ、電流源制御手段で目的の出力電流供給回路を動作させて帰還抵抗を選択することによって、3段階以上の利得の中から所望の利得を選択し、利得を3段階以上に変えることができる。当然のことながら、この場合も一対の差動対を用いて利得を可変にしているため、利得に比例した出力オフセットを得ることができ、利得を3段階以上に設定した場合であつ

てもオフセット調整を容易に行うことができる。

【0032】（実施の形態2）本発明の実施の形態2の可変利得増幅器は、図2に示すように、動作させる出力電流供給回路から外部出力端子24までの間の帰還抵抗器を入力抵抗の一部とするよう前述の実施の形態1の可変利得増幅器の外部出力端子24に別の差動増幅器63を接続したものである。

【0033】この実施の形態2の可変利得増幅器について、具体的に説明する。なお、図2において図1と同じ番号を付した構成要素は同じものを示している。外部出力端子24と演算増幅器62の反転入力端子の間に抵抗値R7の抵抗器60を接続し、演算増幅器62の反転入力端子と演算増幅器62の出力端子の間に抵抗値R8の抵抗器61を接続し、演算増幅器62の非反転入力端子を基準電位 $V_{ref2}$ に接続し、演算増幅器62の出力端子を出力端子25に接続している。

【0034】第1、第2の電流源制御スイッチ46、47がオンした時には、差動増幅器40の出力電流がカレントミラー回路53に供給されるので、電流源50およびカレントミラー回路53からなる出力電流供給回路58によって抵抗器56に電流が供給され、差動増幅器40に関しては、入力抵抗がR4、帰還抵抗がR5、入力端子23から抵抗器56の第二の端子56bまでの増幅率が $-(R5/R4)$ となり、出力端子24がハイインピーダンスであるときは増幅率が $-(R5/R4)$ の増幅器となる。一方、差動増幅器63については、入力抵抗は $(R6+R7)$ 、帰還抵抗がR8、増幅率が $-R8/(R6+R7)$ となる。よって、外部入力端子23から出力端子25までの増幅率は $(R5 \cdot R8)/(R4 \cdot (R6+R7))$ となる。

【0035】また、第1、第2の電流源制御スイッチ48、49がオンする時には、差動増幅器40の出力電流がカレントミラー回路54に供給されるので、電流源51およびカレントミラー回路54からなる出力電流供給回路59によって2個の抵抗器56、57に電流が供給され、差動増幅器40に関しては、入力抵抗がR4、帰還抵抗が $(R5+R6)$ 、増幅率が $-(R5+R6)/R4$ の増幅器となる。一方、増幅器63については、入力抵抗がR7、帰還抵抗がR8、増幅率が $-(R8/R7)$ となる。よって、外部入力端子23から出力端子25までの増幅率は $((R5+R6) \cdot R8)/(R4 \cdot R7)$ となる。

【0036】このように構成したため、抵抗器55～57と抵抗器60、61のそれぞれの抵抗値R4～R8を適当な値にすることで、所望の2段階の利得値を設定でき、第1、第2の電流源制御スイッチ46、47または第1、第2の電流源制御スイッチ48、49の何れか一方をオンして帰還抵抗を選択することによって、2段階の利得の中から所望の利得を選択し、差動増幅器40の利得を2段階に変えることができる。さらにトランジス

タ42のベースから外部出力端子24の間に接続されている抵抗器56、57で、差動増幅器40の帰還抵抗として用いられない抵抗器、例えば第1、第2の電流源制御スイッチ46、47がオンしている時の抵抗器57を、増幅器63の入力抵抗の一部として用いることができ、トランジスタ42のベースから外部出力端子24の間に接続された抵抗器56、57を無駄なく使うことができる。

【0037】この実施の形態2では、帰還抵抗器と出力電流供給回路とを2個用いて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更しているが、帰還抵抗器を3個以上としそのときの出力電流供給回路も同数個として、有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する場合では、利得を3段階以上に設定した場合であってもオフセット調整を容易に行うことができる。さらに、差動増幅器の反転入力端子と出力端子との間に接続した3個以上の抵抗器のうちで差動増幅器の帰還抵抗として用いられない抵抗器を、別の差動増幅器の入力抵抗の一部として用いることができ、これらの抵抗器を無駄なく使うことができる。

【0038】（実施の形態3）本発明の実施の形態3の可変利得増幅器は、図3に示すように、出力電流供給回路58の電流源70の電流値を、この出力電流供給回路58が動作したときの差動増幅器40の帰還抵抗の大きさに応じて設定し、出力電流供給回路59の電流源71の電流値を、この出力電流供給回路59が動作したときの差動増幅器40の帰還抵抗の大きさに応じて設定したものである。

【0039】この実施の形態3の可変利得増幅器について、具体的に説明する。なお、図3において図1または図2と同じ番号を付した構成要素は同じものを示している。電流源70および電流源71は、それぞれ電流値 $I_a$ 、 $I_b$ の電流を供給するものである。

【0040】第1、第2の電流源制御スイッチ46、47がオンする時には、帰還抵抗はR5であるので、外部出力端子24がハイインピーダンスであるときは増幅率が $-(R5/R4)$ の増幅器となり、このときの出力信号は、例えば図4(b)に示すような出力レベルとなる。一方、第1、第2の電流源制御スイッチ48、49がオンする時には、帰還抵抗は $(R5+R6)$ であるので、増幅率は $-(R5+R6)/R4$ となり、図4

(c)に示すように、このときの出力信号は増幅率が $-(R5/R4)$ の場合の出力信号に比べて大きいレベルとなる。当然のことながら帰還抵抗が小さいほど増幅率は小さくなり、出力信号のレベルは下がる。

【0041】また、第1、第2の電流源制御スイッチ46、47がオンする時には、抵抗器57の分だけ差動増幅器40の出力抵抗が大きくなるため、出力電流はその分だけ小さくてよい。

【0042】よって、電流源71により供給すべき出力電流よりも、電流源70により供給すべき出力電流の方

が小さくて済む。つまり、電流源70の電流値Iaは電流源71の電流値Ibよりも小さく、例えばIaはIbの $R5 / (R5 + R6)$ 倍に設定することができる。

【0043】さらに、トランジスタ42のベースと外部出力端子24の間に直列に3個以上の抵抗器を接続し、出力電流供給回路も同数個設けて、3段階の利得を設定する場合においても、電流源制御スイッチがオンした時に選択される帰還抵抗が小さい程、その電流源制御スイッチに接続されている電流源の電流値を小さくすることができる。

【0044】このように構成したため、差動増幅器40の出力電流として供給すべき電流だけを流すように電流源70、71のそれぞれの電流値Ia、Ibを設定することができ、無駄な電流を省くことができ、省電力化を図ることができる。

【0045】この実施の形態3では、前述の実施の形態1の利得可変増幅器において、出力電流供給回路の電流源の電流値を、この出力電流供給回路が動作したときの差動増幅器の帰還抵抗の大きさに応じて設定しているが、前述の実施の形態2の利得可変増幅器において、出力電流供給回路の電流源の電流値を、この出力電流供給回路が動作したときの差動増幅器の帰還抵抗の大きさに応じて設定する場合であっても、同様の効果を有する。

【0046】なお、各実施の形態では、差動増幅器の一方の入力端子を反転入力端子としているが、非反転入力端子とする場合であっても、同様の効果を有する。

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明の利得可変増幅器によれば、反転入力端子と非反転入力端子とを有し、一方の入力端子と外部入力端子との間に入力抵抗が介装された差動増幅器と、前記差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された2個の帰還抵抗器と、前記帰還抵抗器の出力側にそれぞれ設けられ前記差動増幅器の出力に応じて帰還抵抗器に電流を流すとともに前記外部出力端子に帰還抵抗に応じた出力電圧を発生させる出力電流供給回路と、いずれかの出力電流供給回路を動作させて有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更する電流源制御手段とを設けたことにより、差動増幅器の利得を2段階に変えることができ、利得に比例した出力オフセットを得ることができる。

【0048】また、差動増幅器の一方の入力端子と外部出力端子との間に直列に接続された帰還抵抗器が3個以上で、そのときの出力電流供給回路も同数個で、有効帰還抵抗を切り換えて増幅度を変更するためにいずれかの出力電流供給回路を動作させるよう構成された可変利得増幅器では、選択できる利得の段数が多い場合でも、オフセット調整に要する時間とメモリを大幅に削減することができる。

【0049】また、動作させる出力電流供給回路から出力端子までの間の抵抗器を入力抵抗の一部とするようこの出力端子に別の差動増幅器を接続した利得可変増幅器の場合では、帰還抵抗として用いない抵抗器を、次段の演算増幅器の入力抵抗の一部として用いることができ、抵抗器を有効活用することができる。

【0050】また、出力電流供給回路の電流源の電流値を、この出力電流供給回路が動作したときの差動増幅器の帰還抵抗の大きさに応じて設定した利得可変増幅器の場合では、電流源からは増幅器の出力電流として供給すべき電流だけを流すように電流値を設定することによって、省電力を図ることができる。

【0051】また、この可変利得増幅器は、トランジスタをフルオンさせた状態で用いないので、安定した回路動作を得ることができる。さらに、この可変利得増幅器は、BiCMOSプロセスを必要としないため、安価であり、実用上非常に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1の可変利得増幅器を示す回路図

【図2】本発明の実施の形態2の可変利得増幅器を示す回路図

【図3】本発明の実施の形態3の可変利得増幅器を示す回路図

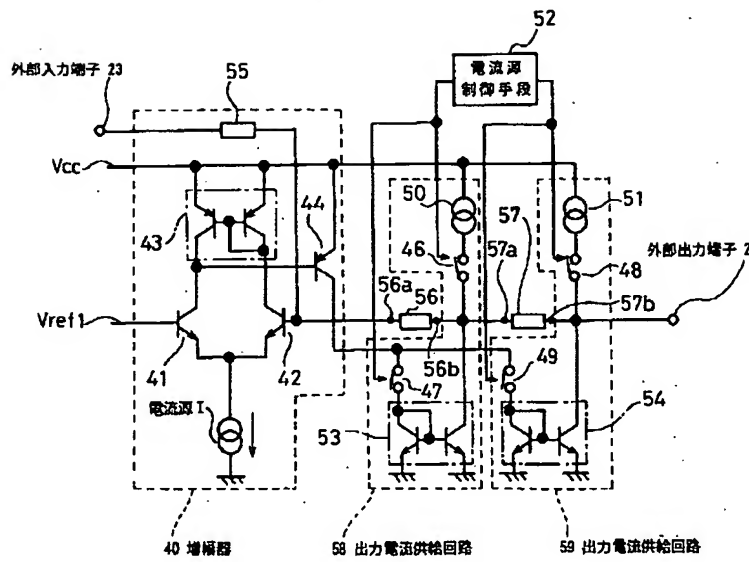
【図4】同実施の形態3の可変利得増幅器の出力信号を示す波形図

【図5】従来の可変利得増幅器を示す回路図

【符号の説明】

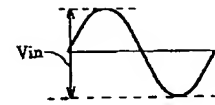
- 40            差動増幅器
- 41、42      トランジスタ (PNP)
- 43            カレントミラー回路
- 44            トランジスタ (NPN)
- 46、48      第1の電流源制御スイッチ
- 47、49      第2の電流源制御スイッチ
- 50、51      電流源
- 52            電流源制御手段
- 53、54      カレントミラー回路
- 55            抵抗値R4の抵抗器
- 56            抵抗値R5の抵抗器
- 57            抵抗値R6の抵抗器
- 58、59      出力電流供給回路
- 60            抵抗値R7の抵抗器
- 61            抵抗値R8の抵抗器
- 62            演算増幅器
- 63            差動増幅器
- 70            電流値Iaを供給する電流源
- 71            電流値Ibを供給する電流源

【図1】



【図4】

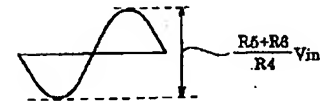
(a)



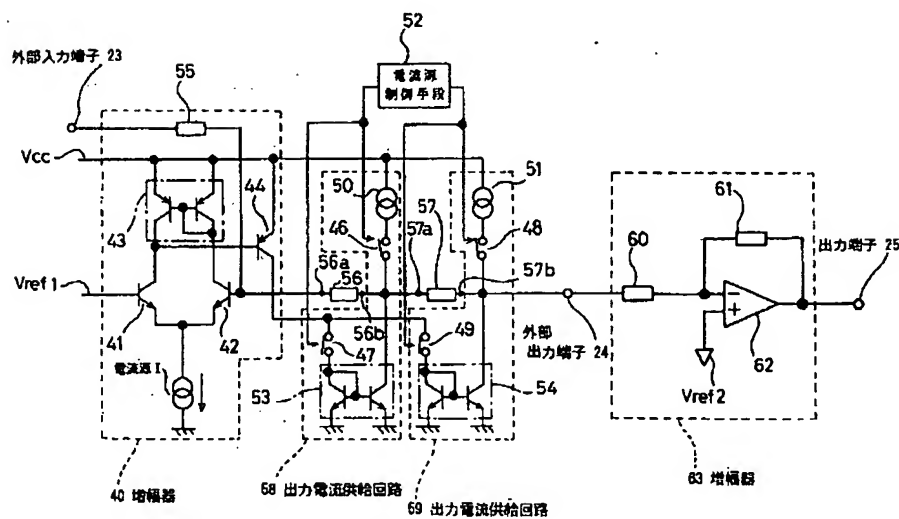
(b)



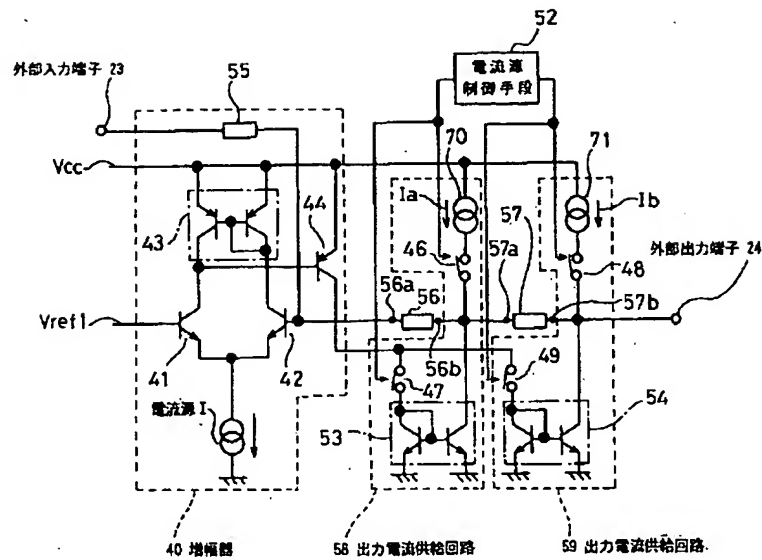
(c)



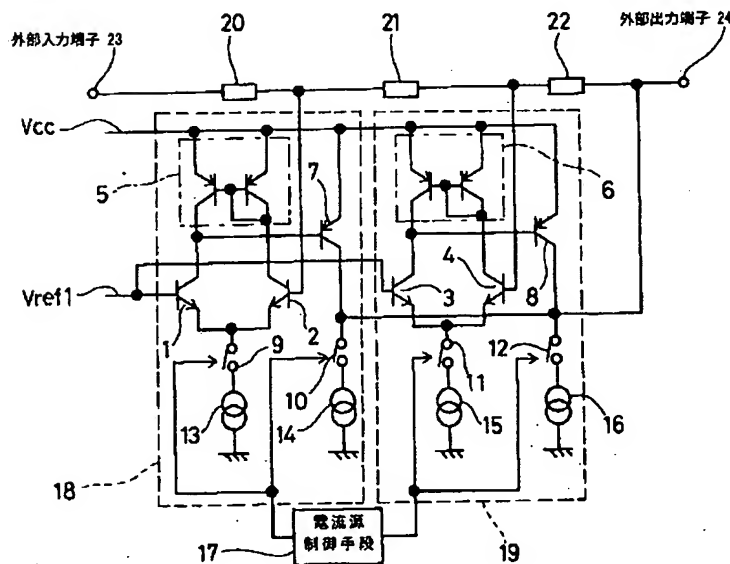
【図2】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 上野 秀巳  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 5J040 AA21 AA23 AA25 AA26 BA05  
BB01 BB07 BB15 BB21 BB22  
BC05 CA11 DA07 EA02